

#3
BT
9-3-02



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

ATTORNEY DOCKET NO. 045054-0135

Applicant: Kenji NUMATA
Title: PROGRAM DEVELOPMENT METHOD, PROGRAM
DEVELOPMENT APPARATUS, STORAGE MEDIUM STORING
PROGRAM DEVELOPMENT PROGRAM AND PROGRAM
DEVELOPMENT PROGRAM
Appl. No.: 09/771718
Filing Date: 01/30/2001
Examiner: Unknown
Art Unit: 2122

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-023231 filed January 31, 2000.

Respectfully submitted,

August 22, 2002

Date

FOLEY & LARDNER
Customer Number: 22428



22428

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5407
Facsimile: (202) 672-5399


David A. Blumenthal
Attorney for Applicant
Registration No. 26,257



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 1月31日

出願番号

Application Number:

特願2000-023231

出願人

Applicant (s):

日本電気株式会社

RECEIVED

AUG 26 2002

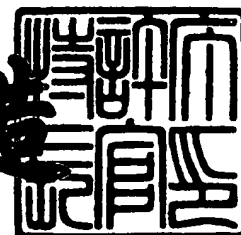
Technology Center 2100

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 74310342

【提出日】 平成12年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 09/06
G06F 11/28

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 沼田 賢治

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100099830

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西村 征生

 【電話番号】 048-825-8201

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 038106

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9407736

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プログラム開発装置、プログラム開発方法及びプログラム開発プログラムを記憶した記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、前記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に前記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表と、前記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報とに基づいて、前記プログラムと、前記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成するプログラム生成手段と、

前記第 1 の中央処理装置と同等の機能を有し、前記プログラムのエミュレーション及び前記事象疑似発生ルーチンを実行する第 2 の中央処理装置と、

初期状態として入力された状態から前記プログラムのエミュレーションを開始させると共に、前記事象疑似発生情報を参照して、前記事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、発生を指示された事象に対応した情報に書き換える解析部と

を備えてなることを特徴とするプログラム開発装置。

【請求項 2】 プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、前記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に前記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表が記憶される状態遷移表記憶部と、

前記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報を生成する事象疑似発生エディタと、

前記状態遷移表及び前記事象疑似発生情報に基づいて、前記プログラムと、前記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成するプログラ

ム生成手段と、

前記第 1 の中央処理装置と同等の機能を有し、前記プログラムのエミュレーション及び前記事象疑似発生ルーチンを実行する第 2 の中央処理装置と、

表示部に表示された前記状態遷移表を構成する複数の事象又は複数の状態のそれぞれの表示位置のいずれかが指示されたことを検出して、その表示位置に関する位置情報を出力する入力部と、

前記位置情報をその位置に対応する事象コード又は状態コードに変換し、当該状態コードに対応した状態を前記プログラムのエミュレーションを開始する初期状態として設定すると共に、前記事象疑似発生情報を参照して、前記事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を前記事象コードに対応した情報に書き換える解析部と
を備えてなることを特徴とするプログラム開発装置。

【請求項 3】 プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、前記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に前記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表が記憶される状態遷移表記憶部と、

前記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報を生成する事象疑似発生エディタと、

前記状態遷移表及び前記事象疑似発生情報に基づいて、前記プログラムと、前記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成するプログラム生成手段と、

前記第 1 の中央処理装置と同等の機能を有し、前記プログラムのエミュレーション及び前記事象疑似発生ルーチンを実行する第 2 の中央処理装置と、

表示部に表示された前記状態遷移表を構成する複数の事象又は複数の状態のそれぞれの表示位置のいずれかが指示されたことを検出して、その表示位置に関する位置情報を出力すると共に、指示された事象の順番及び各事象が指示されたタイミングからなる入力事象ログを生成する入力部と、

前記入力事象ログに基づいて、前記状態遷移表に記述された各事象の発生タイミングや前記システムの構成要素が仕様上動作すべきタイミングとを記述したスクリプト・ファイルを作成するスクリプト作成部と、

前記スクリプト・ファイルに記述されている各事象の、前記表示部に表示された前記状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、前記スクリプト・ファイルに記述された順序及び発生タイミングで順次出力するスクリプト解析部と、

前記入力部又は前記スクリプト解析部から供給される前記位置情報をその位置に対応する事象コード又は状態コードに変換し、当該状態コードに対応した状態を前記プログラムのエミュレーションを開始する初期状態として設定すると共に、前記事象疑似発生情報を参照して、前記事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を前記事象コードに対応した情報に書き換える解析部と

を備えてなることを特徴とするプログラム開発装置。

【請求項 4】 入力された発生させるべき事象、その発生タイミング、あるいは発生回数に基づいて、前記スクリプト・ファイルを編集するスクリプト・エディタを備えてなることを特徴とする請求項 3 記載のプログラム開発装置。

【請求項 5】 前記スクリプト・ファイルは、タイミング・チャート形式、テキスト形式、あるいはメッセージ・シーケンス・チャート形式であることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載のプログラム開発装置。

【請求項 6】 前記プログラムは、前記システムの主要な処理を実行するためのメインルーチンと、前記第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信される各種のデータや信号に基づいて対応する事象を通常に発生させるための事象通常発生ルーチンとから構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 に記載のプログラム開発装置。

【請求項 7】 前記事象疑似発生情報は、前記事象の種類に応じた発生方法に関する情報であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 に記載のプログラム開発装置。

【請求項 8】 前記事象は、他のタスクや装置からの起動メッセージを受け取るメッセージ型、変数や入出力の変化を読み取るフラグ型、外部からの割り込

みを受け取る割り込み型、状態遷移表が階層化されている場合にある状態遷移表のセル内で発生した内部的な事象を他の状態遷移表に通知するインメール型、あるいはあるひとまとまりの処理を実行する関数を呼び出す関数コール型のいずれかであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 に記載のプログラム開発装置。

【請求項 9】 プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、前記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に前記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表と、前記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報とに基づいて、前記プログラムと、前記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成する第 1 のステップと、

初期状態として入力された状態から前記プログラムのエミュレーションを開始すると共に、前記事象疑似発生ルーチンを実行しつつ、前記事象疑似発生情報を参照して、前記事象疑似発生ルーチンが使用する記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、発生を指示された事象に対応した情報に書き換える第 2 のステップと

からなることを特徴とするプログラム開発方法。

【請求項 10】 プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、前記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に前記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表が記憶される状態遷移表記憶部と、表示部に表示された前記状態遷移表を構成する複数の事象又は複数の状態のそれぞれの表示位置のいずれかが指示されたことを検出して、その表示位置に関する位置情報を出力する入力部とを備え、

前記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報を生成する第 1 のステップと、

前記状態遷移表及び前記事象疑似発生情報に基づいて、前記プログラムと、前記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成する第2のステップと、

前記位置情報をその位置に対応する事象コード又は状態コードに変換し、当該状態コードに対応した状態を初期状態として前記プログラムのエミュレーションを開始すると共に、前記事象疑似発生ルーチンを実行しつつ、前記事象疑似発生情報を参照して、前記事象疑似発生ルーチンが使用する記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、前記事象コードに対応した情報に書き換える第3のステップと

からなることを特徴とするプログラム開発方法。

【請求項11】 前記第3のステップでは、前記入力部が指示された事象の順番及び各事象が指示されたタイミングからなる入力事象ログを生成し、

前記入力事象ログに基づいて、前記状態遷移表に記述された各事象の発生タイミングや前記システムの構成要素が仕様上動作すべきタイミングとを記述したスクリプト・ファイルを作成する第4のステップと、

前記スクリプト・ファイルに記述されている各事象の、前記表示部に表示された前記状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、前記スクリプト・ファイルに記述された順序及び発生タイミングで順次出力する第5のステップと、

前記位置情報をその位置に対応する事象コードに変換し、前記プログラムのエミュレーション及び前記事象疑似発生ルーチンを実行しつつ、前記事象疑似発生情報を参照して、前記事象疑似発生ルーチンが使用する記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、前記事象コードに対応した情報に書き換える第6のステップと

からなることを特徴とする請求項10記載のプログラム開発方法。

【請求項12】 入力された発生させるべき事象、その発生タイミング、あるいは発生回数に基づいて、前記スクリプト・ファイルを編集する第7のステップを有することを特徴とする請求項11記載のプログラム開発方法。

【請求項13】 前記スクリプト・ファイルは、タイミング・チャート形式、テキスト形式、あるいはメッセージ・シーケンス・チャート形式であることを

特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 記載のプログラム開発方法。

【請求項 1 4】 前記プログラムは、前記システムの主要な処理を実行するためのメインルーチンと、前記第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信される各種のデータや信号に基づいて対応する事象を通常に発生させるための事象通常発生ルーチンとから構成されていることを特徴とする請求項 9 乃至 1 3 のいずれか 1 に記載のプログラム開発方法。

【請求項 1 5】 前記事象疑似発生情報は、前記事象の種類に応じた発生方法に関する情報であることを特徴とする請求項 9 乃至 1 4 のいずれか 1 に記載のプログラム開発方法。

【請求項 1 6】 前記事象は、他のタスクや装置からの起動メッセージを受け取るメッセージ型、変数や入出力の変化を読み取るフラグ型、外部からの割り込みを受け取る割り込み型、状態遷移表が階層化されている場合にある状態遷移表のセル内で発生した内部的な事象を他の状態遷移表に通知するインメール型、あるいはあるひとまとまりの処理を実行する関数を呼び出す関数コール型のいずれかであることを特徴とする請求項 9 乃至 1 5 のいずれか 1 に記載のプログラム開発方法。

【請求項 1 7】 コンピュータに請求項 1 乃至 1 6 のいずれか 1 に記載の機能を実現させるためのプログラム開発プログラムを記憶した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プログラム開発装置、プログラム開発方法及びプログラム開発プログラムを記憶した記憶媒体に関し、詳しくは、コンパクトディスク・プレーヤや画像処理装置等、リアルタイムで制御すべきリアルタイム制御システムに組み込むプログラムの開発に適用して好適なプログラム開発装置、プログラム開発方法及びプログラム開発プログラムを記憶した記憶媒体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

リアルタイム制御システムは、各種信号の受信などシステム外部又は内部から

の刺激である事象 (event) と、各種信号の受信待機などシステムがとっている挙動である状態 (state) とが複雑に組み合わせられ、しかもこれらの組み合わせに対応した処理、すなわち、特定状態下で特定事象が発生した際にシステムが実行する処理であるアクション (action) も多数ある。このようなリアルタイム制御システムに組み込むべきプログラムを開発する手法の 1 つとして、状態遷移表 (State Transition Matrix) を用いたプログラム開発方法がある。状態遷移表とは、列又は行に事象 (event) 又は状態 (state) をそれぞれ配置した 2 次元のマトリクスで表し、事象と状態との交差する部分 (セル) に対応するアクションとそのアクション後に遷移する遷移先を配置したものである。このプログラム開発方法によれば、リアルタイム制御システムが大規模化・複雑化している現在でも、その基本設計が経験者でなくても行うことができると共に、省力化、開発期間の短縮化が実現できる。

【 0 0 0 3 】

しかし、このプログラム開発方法により開発され、リアルタイム制御システムに搭載される中央処理装置 (CPU) が実行可能な言語 (機械語、アセンブリ言語など) で記述された目的プログラムは、完成当初から正常に動作することはまれである。

そこで、通常は、以下に示すようなプログラム検査装置を用いて目的プログラムの問題点 (バグ等) を除去していた。

このプログラム検査装置は、例えば、インサーキット・エミュレータ (ICE : In-Circuit Emulator) と、ディバグ制御端末とから概略構成されている。インサーキット・エミュレータは、目的プログラム検査のために、プログラム処理する CPU コアの他にディバグ用の回路が付加され、製品出荷時に実際にターゲット・システムに搭載される CPU チップ (実チップ) が有する端子の他にディバグ専用の端子を有し、実チップと同等の性能を有するエバ・チップ (Evaluation Chip) と、検査すべき目的プログラムが予め記憶された ROM と、エバ・チップが目的プログラム実行時に使用する RAM とから概略構成されており、エバ・チップと、開発の対象であるシステム (ターゲット・システム) のハードウェアを構成する基板に取り付けられた実チップが挿入されるべきソケットとがエミ

ュレーション・プローブを介して接続されている。ディバグ制御端末は、インサーキット・エミュレータと接続され、目的プログラムをディバグするための各種の機能を有している。

プログラム検査者は、ディバグ制御端末を操作して、インサーキット・エミュレータを構成するエバ・チップによってROMから目的プログラムを読み出させて実行させることにより、ターゲット・システムを実際に動作させた場合とほぼ同等の処理が実行されるので、その時に得られ、インサーキット・エミュレータを構成するRAMに書き込まれた各種情報に基づいて、目的プログラムの問題点（バグ等）を除去するのである。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来のプログラム検査装置を用いて目的プログラムを検査する場合、ターゲット・システムのハードウェアを構成する各種のスイッチやキーを操作して所望の処理が実行されるか否かを確認することがある。この場合、プログラム検査者は、所望の処理が正常に実行されることを確認するため、同一の操作を何十回も繰り返す必要があるが、手間が面倒であると共に、時間がかかり過ぎてしまうという問題があった。

また、例えば、CDプレーヤにおいて、CDに記録された複数の楽曲のうち、最初から2番目の楽曲を再生する処理を検査する場合、従来のように、各種のスイッチやキーを実際に操作して検査するとすれば、まず、トレイキーを押下してトレイを引き出させ、そのトレイにCDを載置してトレイキーを押下してトレイをCDプレーヤ内部に引き込ませ、サーチキーを2回押下した後、プレイキーを押下して2曲目の楽曲を演奏させる必要がある。つまり、複数のスイッチやキーを順を追って複数回操作して初めて所望の処理が実行される。この場合、手間や時間がかかることはもちろん、所望の処理が実行される前の処理のすべてについて目的プログラムが正常に動作することが確認された後でなければ当該処理を検査することはできない。したがって、任意の処理を任意の順序で検査することができないという欠点があった。

また、ターゲット・システムは、通常、目的プログラムとハードウェアとを並

行して開発するため、目的プログラムの検査に用いられるハードウェアは、実際に販売される形状・機能を完全に備えたものではなく、スイッチやキーの耐久性までは考慮されていない、いわゆるプロトタイプであることが多い。そのため、上記したように、同一の操作を何十回も繰り返すと、スイッチやキーが壊れてしまい、目的プログラムの検査に支障を来す虞がある。かといって、実際に販売される形状・機能を完全に備えたハードウェアの開発を待っていたのでは、ターゲット・システムの開発期間が長くなってしまう。

そこで、ターゲットシステムのハードウェアを用いることなく目的プログラムを検査することが望ましいが、現在そのようなプログラム検査装置は未だ提案されてない。

【 0 0 0 5 】

この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、ターゲットシステムのハードウェアを用いることなく、簡単かつ短時間にターゲットシステムの目的プログラムの任意の処理を任意の順序で検査することができるプログラム開発装置、プログラム開発方法及びプログラム開発プログラムを記憶した記憶媒体を提供することを目的としている。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項 1 記載の発明に係るプログラム開発装置は、プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、上記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に上記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表と、上記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報とに基づいて、上記プログラムと、上記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成するプログラム生成手段と、上記第 1 の中央処理装置と同等の機能を有し、上記プログラムのエミュレーション及び上記事象疑似発生ルーチンを実行する第 2 の中央処理装置と、初期状態として入力された状態から上記プ

プログラムのエミュレーションを開始させると共に、上記事象疑似発生情報を参照して、上記事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、発生を指示された事象に対応した情報に書き換える解析部とを備えてなることを特徴としている。

【 0 0 0 7 】

また請求項 2 記載の発明に係るプログラム開発装置は、プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、上記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に上記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表が記憶される状態遷移表記憶部と、上記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報を生成する事象疑似発生エディタと、上記状態遷移表及び上記事象疑似発生情報に基づいて、上記プログラムと、上記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成するプログラム生成手段と、上記第 1 の中央処理装置と同等の機能を有し、上記プログラムのエミュレーション及び上記事象疑似発生ルーチンを実行する第 2 の中央処理装置と、表示部に表示された上記状態遷移表を構成する複数の事象又は複数の状態のそれぞれの表示位置のいずれかが指示されたことを検出して、その表示位置に関する位置情報を出力する入力部と、上記位置情報をその位置に対応する事象コード又は状態コードに変換し、当該状態コードに対応した状態を上記プログラムのエミュレーションを開始する初期状態として設定すると共に、上記事象疑似発生情報を参照して、上記事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を上記事象コードに対応した情報に書き換える解析部とを備えてなることを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

また、請求項 3 記載の発明に係るプログラム開発装置は、プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、上記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応す

る事象が発生した際に上記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表が記憶される状態遷移表記憶部と、上記システムを構成する第1の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報を生成する事象疑似発生エディタと、上記状態遷移表及び上記事象疑似発生情報に基づいて、上記プログラムと、上記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成するプログラム生成手段と、上記第1の中央処理装置と同等の機能を有し、上記プログラムのエミュレーション及び上記事象疑似発生ルーチンを実行する第2の中央処理装置と、表示部に表示された上記状態遷移表を構成する複数の事象又は複数の状態のそれぞれの表示位置のいずれかが指示されたことを検出して、その表示位置に関する位置情報を出力すると共に、指示された事象の順番及び各事象が指示されたタイミングからなる入力事象ログを生成する入力部と、上記入力事象ログに基づいて、上記状態遷移表に記述された各事象の発生タイミングや上記システムの構成要素が仕様上動作すべきタイミングとを記述したスクリプト・ファイルを作成するスクリプト作成部と、上記スクリプト・ファイルに記述されている各事象の、上記表示部に表示された上記状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、上記スクリプト・ファイルに記述された順序及び発生タイミングで順次出力するスクリプト解析部と、上記入力部又は上記スクリプト解析部から供給される上記位置情報をその位置に対応する事象コード又は状態コードに変換し、当該状態コードに対応した状態を上記プログラムのエミュレーションを開始する初期状態として設定すると共に、上記事象疑似発生情報を参照して、上記事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を上記事象コードに対応した情報に書き換える解析部とを備えてなることを特徴としている。

【0009】

また、請求項4記載の発明は、請求項3記載のプログラム開発装置に係り、入力された発生させるべき事象、その発生タイミング、あるいは発生回数に基づいて、上記スクリプト・ファイルを編集するスクリプト・エディタを備えてなることを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 5 記載の発明は、請求項 3 又は 4 記載のプログラム開発装置に係り、上記スクリプト・ファイルは、タイミング・チャート形式、テキスト形式、あるいはメッセージ・シーケンス・チャート形式であることを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 6 記載の発明は、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 に記載のプログラム開発装置に係り、上記プログラムは、上記システムの主要な処理を実行するためのメインルーチンと、上記第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信される各種のデータや信号に基づいて対応する事象を通常に発生させるための事象通常発生ルーチンとから構成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 7 記載の発明は、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 に記載のプログラム開発装置に係り、上記事象疑似発生情報は、上記事象の種類に応じた発生方法に関する情報であることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 8 記載の発明は、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 に記載のプログラム開発装置に係り、上記事象は、他のタスクや装置からの起動メッセージを受け取るメッセージ型、変数や入出力の変化を読み取るフラグ型、外部からの割り込みを受け取る割り込み型、状態遷移表が階層化されている場合にある状態遷移表のセル内で発生した内部的な事象を他の状態遷移表に通知するインメール型、あるいはあるひとまとまりの処理を実行する関数を呼び出す関数コール型のいずれかであることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 9 記載の発明に係るプログラム開発方法は、プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、上記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に上記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表と、上記システムを構成する第 1 の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一

の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報とに基づいて、上記プログラムと、上記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成する第1のステップと、初期状態として入力された状態から上記プログラムのエミュレーションを開始すると共に、上記事象疑似発生ルーチンを実行しつつ、上記事象疑似発生情報を参照して、上記事象疑似発生ルーチンが使用する記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、発生を指示された事象に対応した情報に書き換える第2のステップとからなることを特徴としている。

【0015】

また、請求項10記載の発明に係るプログラム開発方法は、プログラム開発の対象であるシステムの取り得る状態と、上記システムの外部又は内部からの刺激である事象とで特定される複数のセルを有し、各セルに、対応する状態下で対応する事象が発生した際に上記システムが実行すべき処理の内容や遷移すべき遷移先の状態を記述した状態遷移表が記憶される状態遷移表記憶部と、表示部に表示された上記状態遷移表を構成する複数の事象又は複数の状態のそれぞれの表示位置のいずれかが指示されたことを検出して、その表示位置に関する位置情報を出力する入力部とを備え、上記システムを構成する第1の中央処理装置に他の構成要素から送信されるデータや信号に基づいて通常発生される事象と同一の事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生情報を生成する第1のステップと、上記状態遷移表及び上記事象疑似発生情報に基づいて、上記プログラムと、上記事象を疑似的に発生させるための事象疑似発生ルーチンとを生成する第2のステップと、上記位置情報をその位置に対応する事象コード又は状態コードに変換し、当該状態コードに対応した状態を初期状態として上記プログラムのエミュレーションを開始すると共に、上記事象疑似発生ルーチンを実行しつつ、上記事象疑似発生情報を参照して、上記事象疑似発生ルーチンが使用する記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、上記事象コードに対応した情報に書き換える第3のステップとからなることを特徴としている。

【0016】

また、請求項11記載の発明は、請求項10記載のプログラム開発方法に係り、上記第3のステップでは、上記入力部が指示された事象の順番及び各事象が指

示されたタイミングからなる入力事象ログを生成し、上記入力事象ログに基づいて、上記状態遷移表に記述された各事象の発生タイミングや上記システムの構成要素が仕様上動作すべきタイミングとを記述したスクリプト・ファイルを作成する第4のステップと、上記スクリプト・ファイルに記述されている各事象の、上記表示部に表示された上記状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、上記スクリプト・ファイルに記述された順序及び発生タイミングで順次出力する第5のステップと、上記位置情報をその位置に対応する事象コードに変換し、上記プログラムのエミュレーション及び上記事象疑似発生ルーチンを実行しつつ、上記事象疑似発生情報を参照して、上記事象疑似発生ルーチンが使用する記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、上記事象コードに対応した情報に書き換える第6のステップとからなることを特徴としている。

【0017】

また、請求項12記載の発明は、請求項11記載のプログラム開発方法に係り、入力された発生させるべき事象、その発生タイミング、あるいは発生回数に基づいて、上記スクリプト・ファイルを編集する第7のステップを有することを特徴としている。

【0018】

また、請求項13記載の発明は、請求項11又は12記載のプログラム開発方法に係り、上記スクリプト・ファイルは、タイミング・チャート形式、テキスト形式、あるいはメッセージ・シーケンス・チャート形式であることを特徴としている。

【0019】

また、請求項14記載の発明は、請求項9乃至13のいずれか1に記載のプログラム開発方法に係り、上記プログラムは、上記システムの主要な処理を実行するためのメインルーチンと、上記第1の中央処理装置に他の構成要素から送信される各種のデータや信号に基づいて対応する事象を通常に発生させるための事象通常発生ルーチンとから構成されていることを特徴としている。

【0020】

また、請求項15記載の発明は、請求項9乃至14のいずれか1に記載のプロ

グラム開発方法に係り、上記事象疑似発生情報は、上記事象の種類に応じた発生方法に関する情報であることを特徴としている。

【0021】

また、請求項16記載の発明は、請求項9乃至15のいずれか1に記載のプログラム開発方法に係り、上記事象は、他のタスクや装置からの起動メッセージを受け取るメッセージ型、変数や入出力の変化を読み取るフラグ型、外部からの割り込みを受け取る割り込み型、状態遷移表が階層化されている場合にある状態遷移表のセル内で発生した内部的な事象を他の状態遷移表に通知するインメール型、あるいはあるひとまとまりの処理を実行する関数を呼び出す関数コール型のいずれかであることを特徴としている。

【0022】

また、請求項17記載の発明に係る記憶媒体は、コンピュータに請求項1乃至16のいずれか1に記載の機能を実現させるためのプログラム開発プログラムが記憶されていることを特徴としている。

【0023】

【作用】

この発明の構成によれば、ターゲットシステムのハードウェアを用いることなく、簡単かつ短時間にターゲットシステムの目的プログラムの任意の処理を任意の順序で検査することができる。これにより、ターゲット・システムの開発期間を短縮することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。説明は、実施例を用いて具体的に行う。

A. 第1の実施例

まず、この発明の第1の実施例について説明する。

図1は、この発明の第1の実施例であるプログラム開発装置の構成を示すブロック図である。

この例のプログラム開発装置は、マンマシン・インターフェイス1と、状態遷

移表エディタ 2 と、事象疑似発生エディタ 3 と、状態遷移表記憶部 4 と、事象疑似発生情報記憶部 5 と、ジェネレータ 6 と、プログラム記憶部 7 と、事象疑似発生ルーチン記憶部 8 と、コンパイラ 9 と、機械語コード記憶部 1 0 と、入力部 1 1 と、解析部 1 2 と、ディバガ 1 3 と、インサーキット・エミュレータ 1 4 とから概略構成されており、インサーキット・エミュレータ 1 4 は、エミュレーション・プローブ 1 5 を介してターゲット・システム 1 6 に接続されている。

【 0 0 2 5 】

マンマシン・インターフェイス 1 は、表示部 1 a、マウス 1 b、キーボード 1 c 等からなり、操作者が表示部 1 a の表示を参照しつつ、マウス 1 b やキーボード 1 c を操作して状態遷移表を作成するために必要な情報（状態、事象、アクション、遷移先等）を入力したり、インサーキット・エミュレータ 1 4 に状態遷移表によって設計されたリアルタイム制御システムの状態遷移表に基づく 1 事象毎のエミュレーションを実行させるために、表示部 1 a に表示された状態遷移表の事象の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウス 1 b の左ボタンのクリックやリターンキーの押下をすることにより、当該事象の入力を指示するために用いられると共に、ディバガ 1 3 から供給されるエミュレーション結果が表示部 1 a に表示される。

【 0 0 2 6 】

状態遷移表エディタ 2 は、マンマシン・インターフェイス 1 を用いて入力された状態、事象、アクション、遷移先等に基づいて、状態遷移表を作成・編集すると共に、状態遷移表に関する情報を状態遷移表記憶部 4 に記憶する。事象疑似発生エディタ 3 は、ターゲット・システム 1 6 を構成する各種のキーやスイッチ等が操作されることによりターゲット・システム 1 6 から供給される当該操作に応じた信号や他の CPU や半導体装置等の構成要素から送信される各種のデータや信号に基づいて発生される事象と同一の事象を、表示部 1 a に表示された状態遷移表の当該事象の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルが移動されマウス 1 b の左ボタンのクリックやリターンキーの押下がされたことを検出して、疑似的に発生させるために、マンマシン・インターフェイス 1 を用いて入力された疑似的に発生させるために必要な情報（各事象の発生方法

等)に基づいて、状態遷移表記憶部4に記憶された状態遷移表に関する情報を参照して、疑似的に発生させるべき事象に関する情報である事象疑似発生情報を生成して事象疑似発生情報記憶部5に記憶する。状態遷移表記憶部4及び事象疑似発生情報記憶部5は、いずれもRAM等の半導体メモリ、FD(フロッピー・ディスク)やHD(ハード・ディスク)等の大規模な記憶容量を有する記憶媒体からなり、それぞれ状態遷移表に関する情報及び事象疑似発生情報が記憶される。

【0027】

ジェネレータ6は、状態遷移表記憶部4から読み出された状態遷移表に関する情報及び事象疑似発生情報記憶部5から読み出された事象疑似発生情報に基づいて、例えば、C言語(商標名)等のプログラミング言語で記述されたターゲット・システム16に組み込むべきプログラム(原始プログラム)を自動生成してプログラム記憶部7に記憶すると共に、事象疑似発生情報記憶部5から読み出された事象疑似発生情報に基づいて、原始プログラムと同一のプログラミング言語で記述され、事象を疑似的に発生させる事象疑似発生ルーチンを自動生成して事象疑似発生ルーチン記憶部8に記憶する。原始プログラムは、ターゲット・システム16の主要な処理を実行するメインルーチンと、ターゲット・システム16を構成する各種のキーやスイッチ等が操作されることによりターゲット・システム16から供給される当該操作に応じた信号や他のCPUや半導体装置等の構成要素から送信される各種のデータや信号に基づいて、いずれのキー又はスイッチが操作されたか、あるいはいずれの構成要素からデータや信号が送信されたかを検出してその旨をメインルーチンに報知する、すなわち、事象を通常に発生させる事象通常発生ルーチンとから構成されている。プログラム記憶部7及び事象疑似発生ルーチン記憶部8は、いずれもRAM等の半導体メモリ、FDやHD等の大規模な記憶容量を有する記憶媒体からなり、それぞれ原始プログラム及び事象疑似発生ルーチンが記憶される。

【0028】

コンパイラ9は、プログラム記憶部7から読み出された原始プログラムを、ターゲット・システム16を構成するCPUが実行可能な機械語で記述された目的プログラムに変換して、機械語コード記憶部10に記憶すると共に、事象疑似発

生ルーチン記憶部 8 から読み出されたプログラミング言語で記述された事象疑似発生ルーチンを、目的プログラムと同一の機械語で記述された事象疑似発生ルーチンに変換して、機械語コード記憶部 1 0 に記憶する。機械語コード記憶部 1 0 は、RAM 等の半導体メモリ、FD や HD 等の大規模な記憶容量を有する記憶媒体からなり、目的プログラム及び機械語で記述された事象疑似発生ルーチンが記憶される。

【 0 0 2 9 】

入力部 1 1 は、操作者が表示部 1 a に表示された状態遷移表のいずれかの事象や状態等の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をすることにより、クリックやリターンキーの押下がされた時のカーソルの位置を検出し、その位置情報を解析部 1 2 に供給する。すなわち、本実施例における入力部 1 1 は、事象や状態等の位置検出部として機能する。

解析部 1 2 は、入力部 1 1 から供給された位置情報をその位置に対応する事象コードや状態コード等に変換すると共に、当該状態コードに対応した状態を目的プログラムのエミュレーションを開始する初期状態としてディバガ 1 3 を制御してインサーキット・エミュレータ 1 4 に設定し、当該事象コードに基づいて、事象疑似発生情報記憶部 5 から読み出された事象疑似発生情報を参照して、ディバガ 1 3 を制御して、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成する RAM 2 3 の所定の記憶領域に記憶されている事象疑似発生ルーチンが使用している情報を書き換えることにより、当該事象コードに対応した事象を疑似的に発生させる。

ディバガ 1 3 は、インサーキット・エミュレータ 1 4 を制御して目的プログラムをディバグするために、目的プログラムをあるまとまったルーチン単位で実行させた後に一時中断（ブレーク）させるためのブレークポイントを複数個設定する機能や、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成するエバ・チップ 2 1 の内部レジスタの内容を表示部 1 a に表示する機能、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成する RAM 2 3 の内容を表示部 1 a に表示したり、変更したりする機能、エバ・チップ 2 1 の内部レジスタの内容等を目的プログラムの流れに従って、各命令毎に連続的にリストするトレーサの機能などを有している。

【 0 0 3 0 】

次に、インサーキット・エミュレータ 1 4 及びターゲット・システム 1 6 の構成について、図 2 を参照して説明する。

インサーキット・エミュレータ 1 4 は、エバ・チップ 2 1 と、ROM 2 2 と、RAM 2 3 と、入出力ポート 2 4 とから概略構成されている。エバ・チップ 2 1 は、目的プログラム検査のために、プログラム処理する CPU コアの他にデバッグ用の回路が付加され、実チップが有する端子の他にデバッグ専用の端子を有し、実チップと同等の性能を有する。ROM 2 2 には、機械語コード記憶部 1 0 に記憶されている目的プログラム及び機械語で記述された事象疑似発生ルーチンが記憶される。RAM 2 3 は、エバ・チップ 2 1 が目的プログラム実行時に使用されると共に、デバガ 1 3 により、その内容の一部が書き換えられる。入出力ポート 2 4 は、エミュレーション・プローブ 1 5 を介してターゲット・システム 1 6 と接続され、エバ・チップ 2 1 とターゲット・システム 1 6 との間で転送される各種の信号が入出力される。

【 0 0 3 1 】

ターゲット・システム 1 6 は、CD プレーヤの例であり、ハウジング 3 1 と、キーボード 3 2 と、表示器 3 3 と、メカニズム 3 4 と、トレイ 3 5 と、アナログ信号処理回路 3 6 と、デジタル信号処理回路 3 7 と、RAM 3 8 と、D/A 変換器 3 9 と、アンプ 4 0 と、スピーカ 4 1 と、ドライバ 4 2 ~ 4 6 とから概略構成されている。このターゲット・システム 1 6 は、ハウジング 3 1 にエミュレーション・プローブ 1 5 の先端に設けられた CPU ソケットが嵌合されることにより、エミュレーション・プローブ 1 5 を介してインサーキット・エミュレータ 1 4 と接続される。キーボード 3 2 は、電源スイッチ、プレイキー、ストップキー等の各種のスイッチやキー等により構成されている。表示器 3 3 には、演奏曲の経過時間やトラック数等が表示される。

【 0 0 3 2 】

メカニズム 3 4 は、CD 5 5 の信号記録面上にピットによって記録されたデジタル情報をレーザビームを用いて読み取る光学ピックアップ 4 7 と、CD 5 5 を線速度一定で回転駆動するスピンドルモータ 4 8 と、入出力ポート 2 4、エミ

ュレーション・プローブ15、ハウジング31及びドライバ45を介してエバ・チップ21により制御され、トレイ35を開閉するトレイ開閉モータ49と、入出力ポート24、エミュレーション・プローブ15、ハウジング31及びドライバ46を介してエバ・チップ21により制御され、光学ピックアップ47をCD55の半径方向に移動させるフィードモータ50とから概略構成されている。

光学ピックアップ47は、所定波長のレーザビームをCD55の信号記録面に照射するレーザダイオード51と、CD55の信号記録面上に形成されたピットからの反射光を電氣的な読み取り信号に変換するフォトダイオード52と、レーザビームの焦点をCD55の信号記録面上に形成されたピットに合致させるためのフォーカスコイル53と、レーザビームをCD55の信号記録面上に形成されたピットの列に追従させるためのトラッキングコイル54とから概略構成されている。

【0033】

アナログ信号処理回路36は、光学ピックアップ47から供給される読み取り信号からフォーカスエラー信号及びトラッキングエラー信号を生成し、それらに基づいてドライバ43及び44を介してフォーカスコイル53及びトラッキングコイル54を制御すると共に、読み取り信号を増幅してRF信号として出力する。デジタル信号処理回路37は、入出力ポート24、エミュレーション・プローブ15及びハウジング31を介してエバ・チップ21により制御され、アナログ信号処理回路36から供給されるRF信号を波形整形してデジタルデータのEFM (Eight to Fourteen Modulation) 信号を生成し、RAM38を用いてEFM信号の復調、符号誤りの訂正および補正等の処理を行ってデジタルのオーディオデータに変換すると共に、ドライバ42を介してスピンドルモータ48を制御する。D/A変換器39は、デジタル信号処理回路37から供給されるデジタルのオーディオデータをアナログの音声信号に変換する。アンプ40は、D/A変換器39から供給されるアナログの音声信号を増幅し、スピーカ41から音声を放射させる。

【0034】

次に、上記構成のプログラム開発装置の動作について説明する。まず、ターゲ

ット・システム 1 6 は、C D プレーヤとして、C D 5 5 の信号記録面上にピットによって記録されたデジタル情報に基づいて、楽曲等の再生を行うための各種の機能を有しているが、この例では、目的プログラムのうち、以下に示す一連の処理を検査するものとする。

まず、ターゲット・システム 1 6 に電源が投入され、スピンドルモータ 4 8、トレイ開閉モータ 4 9 及びフィードモータ 5 0 がいずれも停止しており、かつ、C D 5 5 が載置されていないトレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれている状態で、操作者がトレイキーを押下すると、トレイ 3 5 が引き出されるので、操作者は、C D 5 5 をトレイ 3 5 上に載置した後、トレイキーを再び押下する。これにより、トレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれた後、C D 5 5 の最内周に記録された C D 5 5 の索引ともいべき T O C (Table of Contents) が読み出され、例えば、全楽曲のタイムコードが表示器 3 3 に表示されて待機状態となる。

次に、操作者がサーチキーを 2 回連続して押下した後、プレイキーを押下すると、2 曲目の楽曲の再生が開始されるので、操作者は、2 曲目の楽曲の再生が正常に開始されたことを確認した後、ストップキーを押下する。これにより、2 曲目の楽曲の再生が途中で中止され、スピンドルモータ 4 8、トレイ開閉モータ 4 9 及びフィードモータ 5 0 がいずれも停止しており、かつ、C D 5 5 が載置されたトレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれている状態になる。

次に、操作者がトレイキーを押下すると、トレイ 3 5 が引き出されるので、操作者は、C D 5 5 をトレイ上から取り除いた後、トレイキーを再び押下する。これにより、トレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれるが、トレイ 3 5 に C D 5 5 が載置されていないので、T O C は読み出されず、スピンドルモータ 4 8、トレイ開閉モータ 4 9 及びフィードモータ 5 0 がいずれも停止しており、かつ、C D 5 5 が載置されていないトレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれているという最初の状態に戻る。

【 0 0 3 5 】

操作者は、マンマシン・インターフェイス 1 を構成する表示部 1 a の表示を参照しつつ、マウス 1 b やキーボード 1 c を操作して、上記ターゲット・システム

16の動作に基づいて、図3に示す状態遷移表を作成するために必要な情報（状態、事象、アクション、遷移先等）を入力する。これにより、状態遷移表エディタ2が図3に示す状態遷移表を作成してマンマシン・インターフェイス1を構成する表示部1aに表示すると共に、状態遷移表記憶部4の所定の記憶領域に状態遷移表に関する情報を記憶する。

図3において、Tモータ及びFモータはそれぞれ図2に示すトレイ開閉モータ49及びフィードモータ50を表し、符号S1及びS2は図2には図示しないが、トレイ35が完全に引き出されたことを検出するセンサ及びトレイ35が完全にCDプレーヤ内部に引き込まれたことを検出するセンサを表している。なお、トレイ開閉モータ49は、正回転で駆動される場合にトレイ35が引き出され、逆回転で駆動される場合にCDプレーヤ内部にトレイ35が引き込まれるものとする。

【0036】

図3の最上段の行において、「停止中」はスピンドルモータ48、トレイ開閉モータ49及びフィードモータ50がいずれも停止しており、かつ、トレイ35がCDプレーヤ内部に引き込まれている状態又はトレイ開閉モータ49が正回転で駆動中の状態（以下、＜状態1＞という）を表し、「トレイオープン中」はスピンドルモータ48、トレイ開閉モータ49及びフィードモータ50がいずれも停止しており、かつ、トレイ35が引き出されている状態又はトレイ開閉モータ49が逆回転で駆動中の状態（以下、＜状態2＞という）を表し、「TOC読み込み中」はトレイ35がCDプレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ49が停止しているが、スピンドルモータ48及びフィードモータ50がいずれも駆動中であり、かつ、CD55の最内周に記録されたTOCを読み込んでいる状態（以下、＜状態3＞という）を表し、「タイムコード表示中」はトレイ35がCDプレーヤ内部に引き込まれ、スピンドルモータ48、トレイ開閉モータ49及びフィードモータ50がいずれも停止しており、かつ、全楽曲のタイムコードが表示器33に表示されている状態（以下、＜状態4＞という）を表している。

【0037】

同様に、図3の最上段の行において、「1曲目への移動中」はトレイ35がC

Dプレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ49が停止しているが、スピンドルモータ48及びフィードモータ50がいずれも駆動中であり、かつ、1曲目の先頭を検索している状態（以下、＜状態5＞という）を表し、「2曲目への移動中」はトレイ35がCDプレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ49が停止しているが、スピンドルモータ48及びフィードモータ50がいずれも駆動中であり、かつ、2曲目の先頭を検索している状態（以下、＜状態6＞という）を表し、「再生中」はトレイ35がCDプレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ49が停止しているが、スピンドルモータ48及びフィードモータ50がいずれも駆動中であり、かつ、2曲目を再生している状態（以下、＜状態7＞という）を表している。

【0038】

また、図3の最左列において、「トレイキー入力」はトレイ35の開閉を指示するトレイキーの使用者の押下によりトレイキーに対応した信号の入力があったこと（以下、＜事象1＞という）を表し、「S1:OFF→ON」はトレイ35が完全に引き出されたことにより対応するセンサの検出信号がOFFからONに変化したこと（以下、＜事象2＞という）を表し、「S2:OFF→ON」はトレイ35がCDプレーヤ内部に完全に引き込まれたことにより対応するセンサの検出信号がOFFからONに変化したこと（以下、＜事象3＞という）を表し、「TOC入力:OK」はCD55がCDプレーヤ内部に存在するため、デジタル信号処理37によってCD55の最内周に記録されたTOCの読み込みが正常に終了したことを示す通知が供給されたこと（以下、＜事象4＞という）を表し、「TOC:NG」はCD55がCDプレーヤ内部に存在しないため、デジタル信号処理37によってCD55の最内周に記録されたTOCの読み込みが異常に終了したことを示す通知が供給されたこと（以下、＜事象5＞という）を表している。

【0039】

同様に、図3の最左列において、「サーチキー入力」は次の曲の先頭の検索を指示するサーチキーの使用者の押下によりサーチキーに対応した信号の入力があったこと（以下、＜事象6＞という）を表し、「プレイキー入力」は楽曲の再生

を指示するプレイキーの使用者の押下によりプレイキーに対応した信号の入力があったこと（以下、＜事象 7＞という）を表し、「ストップキー入力」は再生中の楽曲の中止を指示するストップキーの使用者の押下によりストップキーに対応した信号の入力があったこと（以下、＜事象 8＞という）を表している。

これらのうち、＜事象 1＞及び＜事象 6＞～＜事象 8＞は、メッセージ型事象と呼ばれ、他のタスクや装置などからの起動メッセージを受け取ることを意味し、＜事象 2＞及び＜事象 3＞は、フラグ型事象と呼ばれ、変数や入出力の変化を読み取ることを意味し、＜事象 4＞及び＜事象 5＞は、割り込み型事象と呼ばれ、外部からの割り込みを受け取ることを意味する。

【 0 0 4 0 】

次に、図 3 に示す状態遷移表において、事象と状態とが交差する部分（セル）、例えば、＜状態 1＞と＜事象 2＞とが交差するセルをセル（1， 2）と表すとすると、各セルの記述内容は、以下に示す意味を表している。まず、セル（1， 1）において、「T モータ：正回転 ON」は、スピンドルモータ 4 8、トレイ開閉モータ 4 9 及びフィードモータ 5 0 がいずれも停止しており、かつ、トレイ 3 5 が CD プレーヤ内部に引き込まれているという＜状態 1＞で、使用者のトレイキーの押下に基づくトレイキーに対応した信号の入力という＜事象 1＞の発生に応じて、トレイ 5 5 を引き出すために、トレイ開閉モータ 4 9 を正回転で駆動するアクションを表しており、遷移先が記述されていないのは、今の状態、すなわち、＜状態 1＞に留まることを表している。

セル（1， 2）において、「T モータ：OFF」は、トレイ開閉モータ 4 9 が正回転で駆動中という＜状態 1＞で、トレイ 3 5 が完全に引き出されたことにより対応するセンサの検出信号が OFF から ON に変化したという＜事象 2＞の発生に応じて、トレイ 3 5 の引き出しを終了するために、トレイ開閉モータ 4 9 の駆動を停止させるアクションを表している。また、セル（1， 2）において、「＝＞トレイオープン中」は、遷移先が＜状態 2＞であることを表している。

セル（1， 3）において、「／」は何のアクションも実行せず、状態遷移も行わないことを表している。「／」の意味は他のセルにおいても同様であるので、以下その説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

セル (2 , 1) において、「T モータ : 逆回転 ON」は、スピンドルモータ 4 8、トレイ開閉モータ 4 9 及びフィードモータ 5 0 がいずれも停止しており、かつ、トレイ 3 5 が引き出されているという<状態 2>で、使用者のトレイキーの押下に基づくトレイキーに対応した信号の入力という<事象 1>の発生に応じて、トレイ 5 5 を CD プレーヤ内部に引き込むために、トレイ開閉モータ 4 9 を逆回転で駆動するアクションを表している。また、セル (2 , 1) において、「= >」は、今の状態、すなわち、<状態 2>に留まることを表している。

セル (2 , 3) において、「T モータ : OFF、F モータ : ON、TOC 読み込み」は、トレイ開閉モータ 4 9 が逆回転で駆動中という<状態 2>で、トレイ 3 5 が CD プレーヤ内部に完全に引き込まれたことにより対応するセンサの検出信号が OFF から ON に変化したという<事象 3>の発生に応じて、トレイ 3 5 の引き込みを終了すると共に、CD 5 5 の最内周に記録された TOC を読み込むために、トレイ開閉モータ 4 9 の駆動を停止させる一方、フィードモータ 5 0 を駆動すると共に、デジタル信号処理 3 7 に TOC の読み込みを要求するアクションを表している。また、セル (2 , 3) において、「=> TOC 読み込み中」は、遷移先が<状態 3>であることを表している。

セル (2 , 7) において、「X」は目的プログラムが完成した場合には、<状態 2>で<事象 7>の発生に応じて何らかのアクションが実行されるが、現段階では何のアクションも実行せず、状態遷移も行わないことを表している。「X」の意味は他のセルにおいても同様であるので、以下その説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

セル (3 , 4) において、「F モータ : OFF、タイムコード表示」は、トレイ 3 5 が CD プレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ 4 9 が停止しているが、スピンドルモータ 4 8 及びフィードモータ 5 0 がいずれも駆動中であり、かつ、CD 5 5 の最内周に記録された TOC を読み込んでいるという<状態 3>で、CD 5 5 が CD プレーヤ内部に存在するため、CD 5 5 の最内周に記録された TOC の読み込みが正常に終了したことを示す通知がデジタル信号処理 3 7 から供給されたという<事象 4>の発生に応じて、フィードモータ 5 0 の駆動を停止

させると共に、デジタル信号処理 3 7 から供給された T O C から全楽曲のタイムコードを取り出して表示器 3 3 に表示するアクションを表している。また、セル (3, 4) において、「=>タイムコード表示中」は、遷移先が<状態 4>であることを表している。

セル (3, 5) において、「F モータ : O F F」は、トレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ 4 9 が停止しているが、スピンドルモータ 4 8 及びフィードモータ 5 0 がいずれも駆動中であり、かつ、C D 5 5 の最内周に記録された T O C を読み込んでいるという<状態 3>で、C D 5 5 が C D プレーヤ内部に存在しないため、デジタル信号処理 3 7 によって C D 5 5 の最内周に記録された T O C の読み込みが異常に終了したことを示す通知が供給されたという<事象 5>の発生に応じて、フィードモータ 5 0 の駆動を停止させるアクションを表している。また、セル (3, 5) において、「=>停止中」は、遷移先が<状態 1>であることを表している。

【 0 0 4 3 】

セル (4, 6) において、「F モータ : O N、1 曲目サーチ処理」は、トレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれ、スピンドルモータ 4 8、トレイ開閉モータ 4 9 及びフィードモータ 5 0 がいずれも停止しており、かつ、全楽曲のタイムコードが表示器 3 3 に表示されているという<状態 4>で、使用者のサーチキーの押下に基づくサーチキーに対応した信号の入力という<事象 6>の発生に応じて、1 曲目の先頭を検索するために、フィードモータ 5 0 を駆動すると共に、デジタル信号処理 3 7 に 1 曲目の先頭のサーチ処理を要求するアクションを表している。また、セル (4, 6) において、「=>1 曲目への移動中」は、遷移先が<状態 5>であることを表している。

セル (5, 6) において、「2 曲目サーチ処理」は、トレイ 3 5 が C D プレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ 4 9 が停止しているが、スピンドルモータ 4 8 及びフィードモータ 5 0 がいずれも駆動中であり、かつ、1 曲目の先頭を検索している<状態 5>で、使用者のサーチキーの押下に基づくサーチキーに対応した信号の入力という<事象 6>の発生に応じて、2 曲目の先頭を検索するために、デジタル信号処理 3 7 に 2 曲目の先頭のサーチ処理を要求するアクション

を表している。また、セル（５，６）において、「＝＞２曲目への移動中」は、遷移先が＜状態６＞であることを表している。

【００４４】

セル（６，７）において、「再生処理」は、トレイ３５がＣＤプレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ４９が停止しているが、スピンドルモータ４８及びフィードモータ５０がいずれも駆動中であり、かつ、２曲目の先頭を検索している＜状態６＞で、使用者のプレイキーの押下に基づくプレイキーに対応した信号の入力という＜事象７＞の発生に応じて、２曲目を再生するために、デジタル信号処理３７に２曲目の再生処理を要求するアクションを表している。また、セル（６，７）において、「＝＞再生中」は、遷移先が＜状態７＞であることを表している。

セル（７，８）において、「Ｆモータ：ＯＦＦ、停止処理」は、トレイ３５がＣＤプレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ４９が停止しているが、スピンドルモータ４８及びフィードモータ５０がいずれも駆動中であり、かつ、２曲目を再生している＜状態７＞で、使用者のストップキーの押下に基づくストップキーに対応した信号の入力という＜事象８＞の発生に応じて、２曲目の再生を停止するために、フィードモータ５０の駆動を停止させると共に、デジタル信号処理３７に２曲目の再生の停止処理を要求するアクションを表している。また、セル（７，８）において、「＝＞停止中」は、遷移先が＜状態１＞であることを表している。

【００４５】

次に、操作者は、ターゲット・システム１６のキーボード３２を構成するトレイキーやサーチキーを実際に操作するのではなく、表示部１ａに表示された状態遷移表の事象の表示エリアにマウス１ｂやキーボード１ｃのカーソルキーでカーソルを移動させてマウス１ｂの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をすることにより当該事象の入力を指示して、当該事象を疑似的に発生させ、１事象毎のエミュレーションをインサーキット・エミュレータ１４に実行させるために、マンマシン・インターフェイス１を構成する表示部１ａに表示された状態遷移表（図３参照）を参照しつつ、マウス１ｂやキーボード１ｃを操作して、各事象を

疑似的に発生させるために必要な情報（各事象の種類に応じた当該事象の発生方法等）を入力する。事象の種類については、上記したメッセージ型、フラグ型事象、割り込み型の他、状態遷移表が階層化されている場合にある状態遷移表のセル内で発生した内部的な事象を他の状態遷移表に通知するインメール型や、あるひとまとまりの処理を実行する関数を呼び出す関数コール型がある。

これにより、事象疑似発生エディタ 3 は、マンマシン・インターフェイス 1 を用いて入力された疑似的に発生させるために必要な情報（各事象の種類に応じた当該事象の発生方法等）に基づいて、状態遷移表記憶部 4 に記憶された状態遷移表に関する情報を参照して、疑似的に発生させるべき事象に関する情報である事象疑似発生情報を生成して事象疑似発生情報記憶部 5 に記憶する。

【 0 0 4 6 】

ジェネレータ 6 は、状態遷移表記憶部 4 から状態遷移表に関する情報を読み出すと共に、事象疑似発生情報記憶部 5 から事象疑似発生情報を読み出し、それらの情報に基づいて、例えば、C 言語等の原始プログラムを自動生成してプログラム記憶部 7 に記憶すると共に、事象疑似発生情報記憶部 5 から読み出された事象疑似発生情報に基づいて、原始プログラムと同一のプログラミング言語で記述され、事象を疑似的に発生させる事象疑似発生ルーチンを自動生成して事象疑似発生ルーチン記憶部 8 に記憶する。原始プログラムは、ターゲット・システム 1 6 の主要な処理を実行するメインルーチンと、ターゲット・システム 1 6 を構成する各種のキーやスイッチ等が操作されることによりターゲット・システム 1 6 から供給される当該操作に応じた信号や他の C P U や半導体装置等の構成要素から送信される各種のデータや信号に基づいて、いずれのキー又はスイッチが操作されたか、あるいはいずれの構成要素からデータや信号が送信されたかを検出してその旨をメインルーチンに報知する、すなわち、事象を通常に発生させる事象通常発生ルーチンとから構成されている。

【 0 0 4 7 】

ここで、図 4 及び図 5 に C 言語で記述されたメインルーチンの一部及び事象疑似発生ルーチンの一部を示す。図 4 に示すメインルーチンの一部において、第 1 行目は、リアルタイム O S のシステムコールであり、メッセージボックス K E Y

__MSGに事象通常発生ルーチン又は事象疑似発生ルーチンからメッセージが送信されてくるまで待機し、メッセージを受信した場合には、メッセージボックスKEY__MSGの内容を変数ReceiveEventに格納することを意味している。また、第2行目～第5行目は、変数ReceiveEventに格納されている内容が、使用者のプレイキーの押下に基づくプレイキーに対応した信号の入力を表す定数PLAY__KEYと同じ値の場合には、楽曲の再生処理を実行することを意味している。さらに、第6行目～第9行目は、変数ReceiveEventに格納されている内容が、使用者のストップキーの押下に基づくストップキーに対応した信号の入力を表す定数STOP__KEYと同じ値の場合には、楽曲の再生を停止する停止処理を実行することを意味している。

【0048】

また、図5に示す事象疑似発生ルーチンの一部において、第1行目～第5行目は、変数FakeEventに格納されている内容が、使用者のプレイキーの押下に基づくプレイキーに対応した信号の入力という事象と同一の事象を疑似的に発生させることを表す定数EVENT__KEY__PLAYと同じ値の場合には、変数SendEventに定数PLAY__KEYを代入した後、リアルタイムOSのシステムコールによりメッセージボックスKEY__MSGに変数SendEventを送信することを意味している。また、第6行目～第10行目は、変数FakeEventに格納されている内容が、使用者のストップキーの押下に基づくストップキーに対応した信号の入力という事象と同一の事象を疑似的に発生させることを表す定数EVENT__KEY__STOPと同じ値の場合には、変数SendEventに定数STOP__KEYを代入した後、リアルタイムOSのシステムコールによりメッセージボックスKEY__MSGに変数SendEventを送信することを意味している。

また、事象通常発生ルーチンは、ハウジング31、エミュレーション・プローブ15及び入出力ポート24を介してキーボード32等から送信される実際のプレイキーの押下に基づくプレイキーに対応した信号等に基づいて、リアルタイムOSのシステムコールによりメッセージボックスKEY__MSGに当該信号に対応した変数SendEventを送信するように記述される以外は、基本的な機

能は事象疑似発生ルーチンと略同様である。

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、原始プログラム及び事象疑似発生ルーチンがC言語で記述され、プログラム記憶部7及び事象疑似発生ルーチン記憶部8に記憶されると、コンパイラ9は、プログラム記憶部7からC言語で記述された原始プログラムを読み出して目的プログラムに変換して、機械語コード記憶部10に記憶すると共に、事象疑似発生ルーチン記憶部8からC言語で記述された事象疑似発生ルーチンを読み出して目的プログラムと同一の機械語で記述された事象疑似発生ルーチンに変換して、機械語コード記憶部10に記憶する。機械語コード記憶部10に記憶された目的プログラムと機械語で記述された事象疑似発生ルーチンとは、ROMライタによりROMに書き込まれ、インサーキット・エミュレータ14にROM22として搭載される。

【 0 0 5 0 】

目的プログラムと機械語で記述された事象疑似発生ルーチンが書き込まれたROM22がインサーキット・エミュレータ14に搭載された段階において、操作者が、マンマシン・インターフェイス1を構成するマウス1bやキーボード1cを操作して、このプログラム開発装置をエミュレーション・モードに設定すると、表示部1aに図6に示すエミュレーション・モード画面が表示される。

以下、入力部11、解析部12、ディバガ13及びインサーキット・エミュレータ14の動作並びに操作者の操作について説明する。

まず、操作者は、図6に示すエミュレーション・モード画面右上部に表示された、エミュレーションの開始を指示する「開始」エリアにマウス1bやキーボード1cのカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をすることにより、エミュレーションの開始を指示する。

次に、操作者は、図6に示すエミュレーション・モード画面左側に表示された状態遷移表の複数の状態のうち、これから開始するエミュレーションの初期の状態として選択した状態（今の場合、トレイ35がCDプレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ49が停止しているが、スピンドルモータ48及びフィードモータ50がいずれも駆動中であり、かつ、2曲目の先頭を検索しているという

＜状態 6＞、図 6 では、「2 曲目へ移動中」）の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をする。これにより、入力部 1 1 が操作者が選択した状態の表示エリアにあるカーソルの位置を検出し、その位置情報を解析部 1 2 に供給するので、解析部 1 2 は、入力部 1 1 から供給された位置情報をその位置に対応する状態コード、今の場合、＜状態 6＞の状態コードに変換した後、その状態コードに対応した状態（今の場合、＜状態 6＞、図 6 では、「2 曲目へ移動中」）を初期状態としてディバガ 1 3 を制御してインサーキット・エミュレータ 1 4 に設定する。

これにより、ディバガ 1 3 は、インサーキット・エミュレータ 1 4 を制御して、ROM 2 2 に記憶されたメインルーチン及び事象通常発生ルーチンのうち、初期状態と設定された状態、今の場合、トレイ 3 5 が CD プレーヤ内部に引き込まれ、トレイ開閉モータ 4 9 が停止しているが、スピンドルモータ 4 8 及びフィードモータ 5 0 がいずれも駆動中であり、かつ、2 曲目の先頭を検索しているという＜状態 6＞から一連の処理の実行を開始させる。この場合、ROM 2 2 にメインルーチン及び事象通常発生ルーチンと共に記憶された事象疑似発生ルーチンは、例えば、タイマ割り込み等により、周期的に実行されるものとする。

【 0 0 5 1 】

次に、操作者は、図 6 に示すエミュレーション・モード画面左側に表示された状態遷移表の複数の事象のうち、発生を希望する事象の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をする。これにより、入力部 1 1 が操作者が選択した事象のエリアにあるカーソルの位置を検出し、その位置情報を解析部 1 2 に供給するので、解析部 1 2 は、入力部 1 1 から供給された位置情報をその位置に対応する事象コードに変換すると共に、当該事象コードに基づいて、事象疑似発生情報記憶部 5 から読み出された事象疑似発生情報を参照して、ディバガ 1 3 を制御して、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成する RAM 2 3 の所定の記憶領域に記憶されている事象疑似発生ルーチンが使用している情報を書き換えることにより、当該事象コードに対応した事象を疑似的に発生させる。

【 0 0 5 2 】

今の場合、操作者が、プレイキーの押下に基づくプレイキーに対応した信号の入力という＜事象 7＞（図 6 では、「プレイキー入力」）の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をすると、入力部 1 1 が＜事象 7＞の表示エリアにあるカーソルの位置を検出し、その位置情報を解析部 1 2 に供給するので、解析部 1 2 は、入力部 1 1 から供給された位置情報をその位置に対応する＜事象 7＞の事象コードに変換すると共に、当該事象コードに基づいて、事象疑似発生情報記憶部 5 から読み出された事象疑似発生情報を参照して、ディバガ 1 3 を制御して、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成する RAM 2 3 の所定の記憶領域に記憶されている事象疑似発生ルーチンが使用している情報、今の場合、図 5 に示す変数 `FakeEvent` の値を＜事象 7＞の事象コードに対応した値である定数 `EVENT__KEY__PLAY` と同じ値に書き換える。

【 0 0 5 3 】

これにより、事象疑似発生ルーチンは、図 5 の第 1 行目～第 5 行目に示すように、変数 `FakeEvent` に格納されている内容が定数 `EVENT__KEY__PLAY` と同じ値であると判断するので、変数 `SendEvent` に定数 `PLAY__KEY` を代入した後、リアルタイム OS のシステムコールによりメッセージボックス `KEY__MSG` に変数 `SendEvent` を送信する。すなわち、事象疑似発生ルーチンは、＜事象 7＞と同一の事象を疑似的に発生させるのである。

したがって、メインルーチンは、図 4 の第 1 行目～第 5 行目に示すように、メッセージボックス `KEY__MSG` に事象疑似発生ルーチンからのメッセージを受信すると、まず、メッセージボックス `KEY__MSG` の内容を変数 `ReceiveEvent` に格納した後、変数 `ReceiveEvent` に格納されている内容が、使用者のプレイキーの押下に基づくプレイキーに対応した信号の入力を表す定数 `PLAY__KEY` と同じ値であると判断するので、楽曲の再生処理を実行する。すなわち、メインルーチンは、2 曲目を再生するために、デジタル信号処理 3 7 に 2 曲目の再生処理を要求する。

なお、これ以降のディバガ 1 3 及びインサーキット・エミュレータ 1 4 の動作

については、従来のディバガ及びインサーキット・エミュレータの動作と略同様であるので、その説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

このように、この例の構成によれば、操作者が図 6 に示すエミュレーション・モード画面左側に表示された状態遷移表の複数の事象のうち、発生を希望する事象の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をするだけで、事象疑似発生ルーチンが当該事象と同一の事象を疑似的に発生させるので、複数のスイッチやキーを順を追って複数回操作して初めて実行される処理であっても、ターゲットシステムのハードウェアを用いることなく、簡単かつ短時間にターゲットシステムの目的プログラムの任意の処理を任意の順序で検査することができる。これにより、ターゲット・システムの開発期間を短縮することができる。

なお、図 1 及び図 2 においては、インサーキット・エミュレータ 1 4 にエミュレーション・プローブ 1 5 を介してターゲット・システム 1 6 が接続されている構成例を示したが、これは、図 3 に示す状態遷移表を説明する等の便宜のためであって、ターゲット・システム 1 6 を用意する必要はない。

【 0 0 5 5 】

これに対し、ターゲット・システムのスイッチやキーを実際に操作することが必要な従来のプログラム検査装置を用いて、上記した 2 曲目の再生処理のエミュレーションを行うためには、操作者は、電源が投入され、CD 5 5 が載置されていないトレイ 3 5 が内部に引き込まれている状態のターゲット・システム 1 6 において、トレイキーを押下して、引き出されたトレイ 3 5 上に CD 5 5 を載置した後、トレイキーを再び押下し、サーチキーを 2 回連続して押下した後、プレイキーを押下しなければならない。したがって、手間が面倒であると共に、時間がかかり過ぎてしまう。上記一連の操作を何十回も繰り返す場合には、より一層手間も時間もかかってしまうし、耐久性までは考慮されていないプロトタイプのハードウェアを用いた場合には、スイッチやボタンが壊れてしまい、目的プログラムの検査に支障を来す虞がある。さらに、2 曲目の再生処理は、この処理が実行されるまでのトレイ 3 5 の引き出し及び引き込み、サーチキーの 2 回の操作に基づ

く 2 曲目の先頭の検索などすべての処理について目的プログラムが正常に動作することが確認された後でなければ検査することはできず、検査の柔軟性に欠けている。

【 0 0 5 6 】

B. 第 2 の実施例

次に、この発明の第 2 の実施例について説明する。

図 7 は、この発明の第 2 の実施例であるプログラム開発装置の構成を示すブロック図である。この図において、図 1 の各部に対応する部分には同一の符号を付け、その説明を省略する。この図に示すプログラム開発装置においては、図 1 に示す入力部 1 1 及び解析部 1 2 に代えて、入力部 6 1 及び解析部 6 2 が新たに設けられていると共に、スクリプト作成部 6 3 と、スクリプト記憶部 6 4 と、スクリプト・エディタ 6 5 と、スクリプト解析部 6 6 とが新たに設けられている。

【 0 0 5 7 】

入力部 6 1 は、図 1 に示す入力部 1 1 が有する機能に加えて、操作者がマウス 1 b やキーボード 1 c により選択して入力した事象の順番及び各事象が入力されたタイミング（以下、入力事象ログという）を一旦内部の記憶手段に記憶した後、スクリプト作成部 6 3 に供給する機能も有している。スクリプト作成部 6 3 は、入力部 6 1 から供給される入力事象ログに基づいて、スクリプト・ファイルを作成してスクリプト記憶部 6 4 に記憶する。ここで、スクリプト・ファイルとは、状態遷移表によって設計されたターゲット・システム 1 6 の状態遷移表に基づくエミュレーションをインサーキット・エミュレータ 1 4 に実行させるために、各事象の発生順序及び発生タイミングやターゲット・システム 1 6 の構成要素が仕様上動作すべきタイミング等を記述したタイミング・チャート形式、テキスト形式、あるいはメッセージ・シーケンス・チャート形式のファイルをいう。スクリプト記憶部 6 4 は、RAM 等の半導体メモリ、FD や HD 等の大規模な記憶容量を有する記憶媒体からなり、スクリプト・ファイルが記憶される。

スクリプト・エディタ 6 5 は、マンマシン・インターフェイス 1 を用いて入力されたエミュレーションを実行させるために発生させるべき事象、その発生タイミング、あるいは発生回数等に基づいて、スクリプト記憶部 6 4 から読み出され

たスクリプト・ファイルを編集してスクリプト記憶部 6 4 に再び記憶する。スクリプト解析部 6 6 は、スクリプト記憶部 6 4 から読み出されたスクリプト・ファイルに記述されている各事象の、表示部 1 a に表示された状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、スクリプト・ファイルに記述された順序及び発生タイミングで解析部 6 2 に順次供給する。解析部 6 2 は、図 1 に示す解析部 1 2 が有する機能に加えて、スクリプト解析部 6 6 から供給された位置情報をその位置に対応する事象コードに変換すると共に、当該事象コードに基づいて、事象疑似発生情報記憶部 5 から読み出された事象疑似発生情報を参照して、ディバガ 1 3 を制御して、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成する RAM 2 3 の所定の記憶領域に記憶されている事象疑似発生ルーチンが使用している情報を書き換えることにより、当該事象コードに対応した事象を疑似的に発生させる機能も有している。

【 0 0 5 8 】

次に、上記構成のプログラム開発装置の動作のうち、上記した第 1 の実施例の構成と異なる構成に基づく動作について説明する。まず、操作者は、このプログラム開発装置をエミュレーション・モードに設定し、初期状態として＜状態 6＞を選択した段階において、図 6 に示すエミュレーション・モード画面左側に表示された状態遷移表の複数の事象のうち、プレイキーの押下に基づくプレイキーに対応した信号の入力という＜事象 7＞（図 6 では、「プレイキー入力」）の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をする。

これにより、入力部 6 1 は、＜事象 7＞の表示エリアにあるカーソルの位置を検出し、その位置情報を解析部 6 2 に供給すると共に、＜事象 7＞及びそれが入力されたタイミングである入力事象ログを一旦内部の記憶手段に記憶した後、スクリプト作成部 6 3 に供給するので、スクリプト作成部 6 3 は、入力部 6 1 から供給される＜事象 7＞及びそれが入力されたタイミングである入力事象ログに基づいて、＜事象 7＞を 1 回発生させるというスクリプト・ファイルを作成してスクリプト記憶部 6 4 に記憶する。

したがって、プログラム検査装置に次回同一のエシミュレーションを実行させ

る時には、操作者は、改めて図 6 に示すエミュレーション・モード画面左側に表示された状態遷移表の＜事象 7＞の表示エリアにマウス 1 b やキーボード 1 c のカーソルキーでカーソルを移動させてマウスの左ボタンのクリックやリターンキーの押下をすることなく、スクリプト解析部 6 6 にスクリプト記憶部 6 4 からスクリプト・ファイルを読み出させ、スクリプト・ファイルに記述されている＜事象 7＞の、表示部 1 a に表示された状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、スクリプト・ファイルに記述された発生タイミングで供給するように指示するだけで良い。これにより、解析部 6 2 は、スクリプト解析部 6 6 から供給された位置情報をその位置に対応する事象コードに変換すると共に、当該事象コードに基づいて、事象疑似発生情報記憶部 5 から読み出された事象疑似発生情報を参照して、ディバガ 1 3 を制御して、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成する RAM 2 3 の所定の記憶領域に記憶されている事象疑似発生ルーチンが使用している情報を書き換えることにより、当該事象コードに対応した＜事象 7＞を疑似的に発生させる。

【 0 0 5 9 】

また、プログラム検査装置に＜事象 7＞を 1 0 0 回発生させるエシミュレーションを実行させる時には、操作者は、まず、マンマシン・インターフェイス 1 を構成する表示部 1 a の表示を参照しつつ、マウス 1 b やキーボード 1 c を操作して、スクリプト・エディタ 6 5 にスクリプト記憶部 6 4 からスクリプト・ファイルを読み出させて表示部 1 a に表示させ、＜事象 7＞の発生回数を 1 回から 1 0 0 回に修正する。これにより、スクリプト・エディタ 6 5 は、スクリプト記憶部 6 4 から読み出されたスクリプト・ファイルの＜事象 7＞の発生回数を 1 回から 1 0 0 回に修正してスクリプト記憶部 6 4 に再び記憶する。次に、操作者は、スクリプト解析部 6 6 にスクリプト記憶部 6 4 から新たなスクリプト・ファイルを読み出させ、スクリプト・ファイルに記述されている＜事象 7＞の、表示部 1 a に表示された状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、スクリプト・ファイルに記述された発生タイミング及び発生回数（今の場合、1 0 0 回）で供給するように指示する。これにより、解析部 6 2 は、スクリプト解析部 6 6 から供給された位置情報をその位置に対応する事象コードに変換すると共に、当該事象コ

ードに基づいて、事象疑似発生情報記憶部 5 から読み出された事象疑似発生情報を参照して、ディバガ 1 3 を制御して、インサーキット・エミュレータ 1 4 を構成する RAM 2 3 の所定の記憶領域に記憶されている事象疑似発生ルーチンが使用している情報を書き換えることにより、当該事象コードに対応した<事象 7>を疑似的に 1 0 0 回発生させる。

【 0 0 6 0 】

このように、この例の構成によれば、スクリプト・ファイルの作成とエミュレーションとをほぼ同時に行うことができると共に、スクリプト・ファイルの作成や修正の時間を短縮できるので、目的プログラムの開発期間を短縮化できる。

また、この例の構成によれば、ターゲット・システム 1 6 のハードウェアの完成後であっても、複数のスイッチやキーを順を追って複数回操作して初めて実行される処理であっても、スイッチやキーを実際に操作することなく、何回でも自動的に繰り返しエミュレーションすることができ、目的プログラムの開発期間を短縮化できる。

また、この例の構成によれば、プログラム検査の結果、目的プログラムのある箇所にバグがあったため、その箇所を修正したが、その修正のために、他の箇所で不具合となり、目的プログラム全体の品質が落ちるディグレードが発生し、修正箇所と不具合となった箇所とを含めた広範囲に亘って目的プログラムを再検査する場合であっても、広範囲に亘る複数の事象の疑似発生をスクリプト・ファイルを作成することにより、自動化することができる。したがって、この場合にも目的プログラムの開発期間を短縮化できる。

【 0 0 6 1 】

以上、この発明の実施例を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。

例えば、上述の各実施例においては、インサーキット・エミュレータ 1 4 は、エバ・チップ 2 1 と、ROM 2 2 と、RAM 2 3 と、入出力ポート 2 4 とから概略構成され、ターゲット・システム 1 6 とは、ターゲット・システム 1 6 に設けられたハウジング 3 1 にエミュレーション・プローブ 1 5 の先端に設けられた C

P U ソケットが嵌合されることにより、エミュレーション・プローブ 1 5 を介して接続される例を示したが、これに限定されない。例えば、高速な C P U に対応するため、一端がインサーキット・エミュレータに接続されたエミュレーション・プローブ上にエバ・チップが設けられ、このエミュレーション・プローブがターゲット・システムのハードウェアを構成するプリント基板に取り付けられた実チップが挿入されるべきハウジングに嵌合されることにより、インサーキット・エミュレータとターゲット・システムのハードウェアとがエミュレーション・プローブを介して接続される構成でも良い。この場合、ターゲット・システムのハードウェアとして、検査すべき目的プログラムが記憶された R O M と、目的プログラムが実行時に使用する R A M とが搭載されたプリント基板は最低限必要となる。また、実装状態に近い目的プログラム検査を行うために、エバ・チップではなく、実チップと内部構造や端子数が同一の C P U チップにトレースに最低限必要な回路やメモリ、端子を設けたものを使用しても良い。この場合、ターゲット・システムのハードウェアとして、上記構成を有する C P U チップと、検査すべき目的プログラムが記憶された R O M と、目的プログラムが実行時に使用する R A M とが搭載されたプリント基板は最低限必要であり、インサーキット・エミュレータは不要で、C P U チップとディバガを直接プローブで接続すれば良い。

【 0 0 6 2 】

上述の各実施例においては、原始プログラム及びプログラミング言語で記述された事象疑似発生ルーチンを C 言語で記述する例を示したが、これに限定されないことは言うまでもない。また、プログラミング言語で記述された事象疑似発生ルーチンにおいて、「 s n d _ m s g 」及び「 r c v _ m s g 」は、複数種類ある事象の通知方法の中の 1 つに過ぎず、どのような通知方法を用いても良い。例えば、単純な変数 (S e n d E v e n t) ではなく、複数の変数をまとめた構造体で通知しても良く、リアルタイム O S のシステムコールを用いなくても良い。

【 0 0 6 3 】

また、上述の各実施例においては、各手段をハードウェアで表現したが、これに限定されない。すなわち、上記プログラム開発装置を、C P U と、R O M や R A M 等の内部記憶装置と、F D D (フロッピー・ディスク・ドライバ) 、H D D

(ハード・ディスク・ドライバ)、CD-ROMドライバ等の外部記憶装置と、出力手段と、入力手段とを有するコンピュータによって構成し、上記状態遷移表エディタ2、事象疑似発生エディタ3、ジェネレータ6、コンパイラ9、入力部11又は61、解析部12又は62、ディバガ13、スクリプト作成部63、スクリプト・エディタ65、スクリプト解析部66等がCPUによって構成され、これらの機能がプログラム開発プログラムとして、ROM等の半導体メモリや、FD、HDやCD-ROM等の記憶媒体に記憶されていると構成しても良い。この場合、上記内部記憶装置、あるいは外部記憶装置が状態遷移表記憶部4、事象疑似発生情報記憶部5、プログラム記憶部7、事象疑似発生ルーチン記憶部8、機械語コード記憶部10、スクリプト記憶部64等となり、プログラム開発プログラムは、記憶媒体からCPUに読み込まれ、CPUの動作を制御する。CPUは、プログラム開発プログラムが起動されると、状態遷移表エディタ2、事象疑似発生エディタ3、ジェネレータ6、コンパイラ9、入力部11又は61、解析部12又は62、ディバガ13、スクリプト作成部63、スクリプト・エディタ65、スクリプト解析部66等として機能し、プログラム開発プログラムの制御により、上記した処理を実行するのである。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明の構成によれば、初期状態として入力された状態からプログラムのエミュレーションを開始させると共に、事象疑似発生情報を参照して、事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される記憶部に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、発生を指示された事象に対応した情報に書き換えるようにしているので、複数のスイッチやキーを順を追って複数回操作して初めて実行される処理であっても、ターゲットシステムのハードウェアを用いることなく、簡単かつ短時間にターゲットシステムの目的プログラムの任意の処理を任意の順序で検査することができる。

また、この発明の別の構成によれば、入力部が入力事象ログを生成し、スクリプト作成部が入力事象ログに基づいてスクリプト・ファイルを作成し、スクリプト解析部がスクリプト・ファイルに記述されている各事象の、表示部に表示され

た状態遷移表の対応する表示エリアの位置情報を、スクリプト・ファイルに記述された順序及び発生タイミングで順次出力するので、スクリプト・ファイルの作成とエミュレーションとをほぼ同時に行うことができると共に、スクリプト・ファイルの作成や修正の時間を短縮できるので、目的プログラムの開発期間を短縮化できる。また、ターゲット・システムのハードウェアの完成後であっても、複数のスイッチやキーを順を追って複数回操作して初めて実行される処理であっても、スイッチやキーを実際に操作することなく、何回でも自動的に繰り返しエミュレーションすることができ、目的プログラムの開発期間を短縮化できる。さらに、プログラム検査の結果及びそれに基づく目的プログラム修正によりディグレートが発生し、広範囲に亘って目的プログラムを再検査する場合であっても、広範囲に亘る複数の事象の疑似発生をスクリプト・ファイルを作成することにより、自動化することができる。したがって、この場合にも目的プログラムの開発期間を短縮化できる。

これにより、ターゲット・システムの開発期間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の第 1 の実施例であるプログラム開発装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

インサーキット・エミュレータ及びターゲット・システムの構成を示す概略図である。

【図 3】

ターゲットシステムの一例である CD プレーヤを構成する CPU の動作の状態遷移表の一例を示す図である。

【図 4】

C 言語で記述されたメインルーチンの一部の一例を示す図である。

【図 5】

C 言語で記述された事象疑似発生ルーチンの一部の一例を示す図である。

【図 6】

同実施例におけるマンマシン・インターフェイスを構成する表示部に表示されるエミュレーション・モード画面の一例を示す図である。

【図 7】

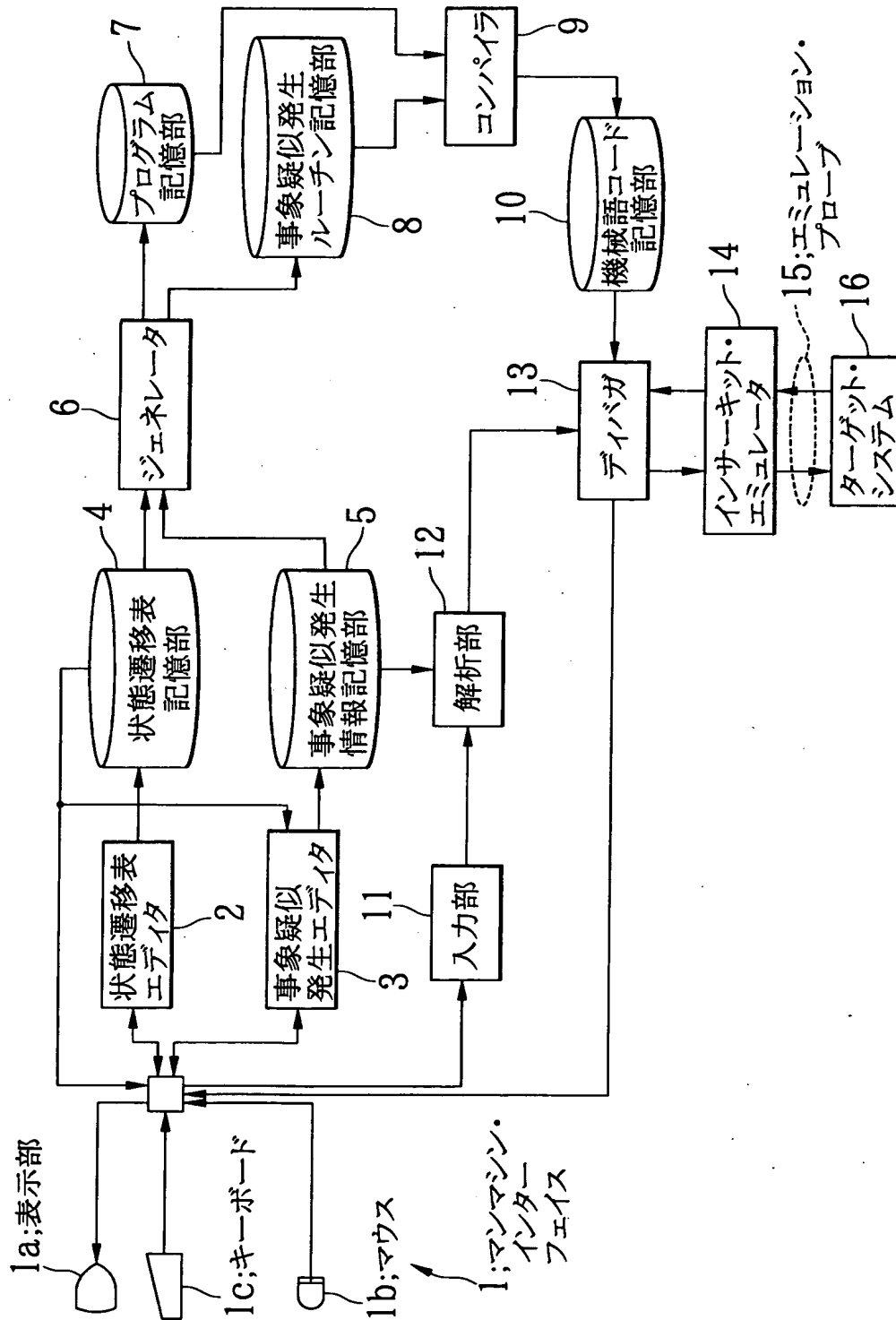
この発明の第 2 の実施例であるプログラム開発装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

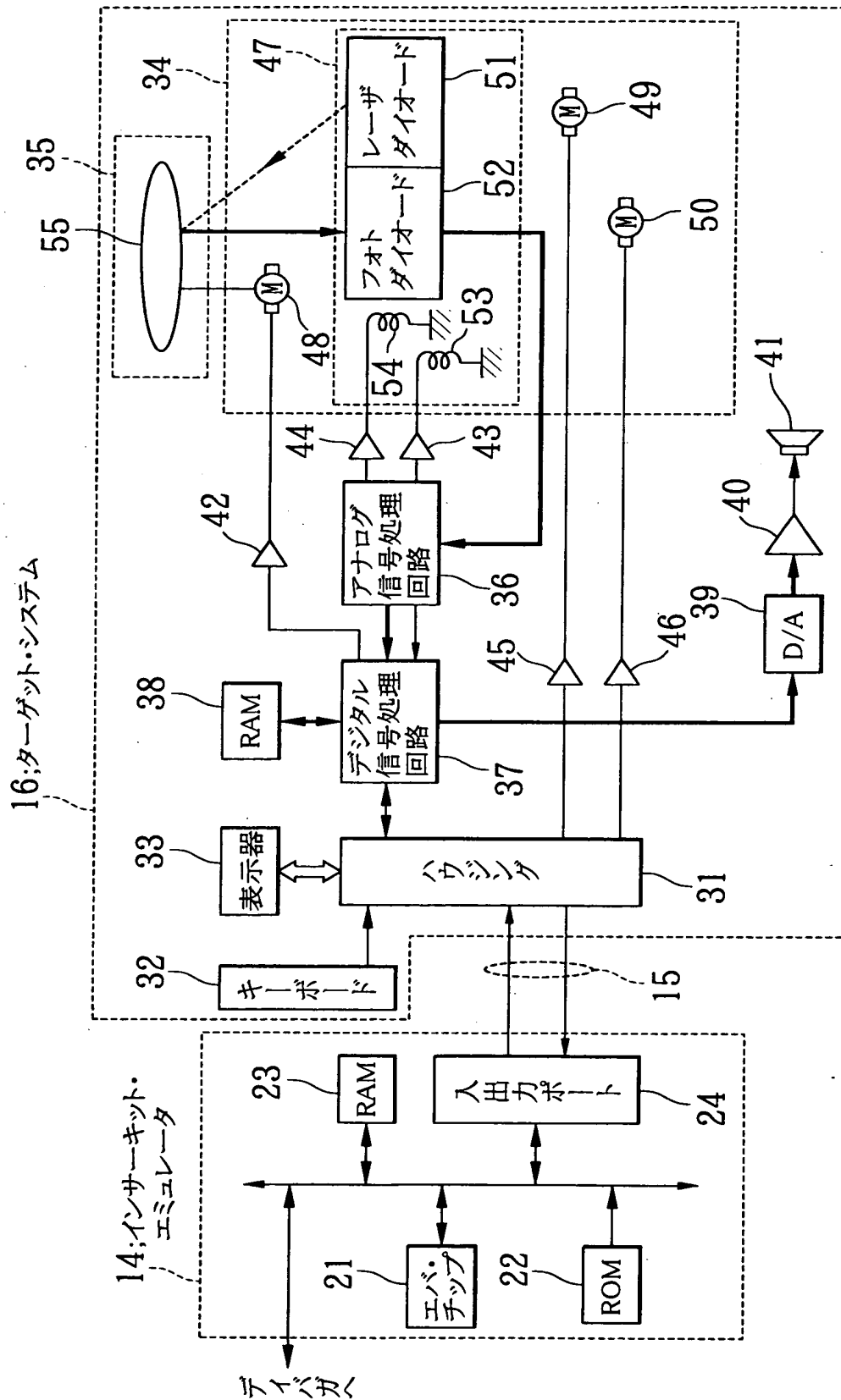
- 1 マンマシン・インターフェイス
- 1 a 表示部
- 1 b マウス（操作部）
- 1 c キーボード（操作部）
- 3 事象疑似発生エディタ
- 4 状態遷移表記憶部
- 6 ジェネレータ（プログラム生成手段）
- 9 コンパイラ（プログラム生成手段）
- 1 1, 6 1 入力部
- 1 2, 6 2 解析部
- 1 4 インサーキット・エミュレータ
- 2 1 エバ・チップ（第 2 の中央処理装置）
- 2 3 RAM（記憶部）
- 6 3 スクリプト作成部
- 6 5 スクリプト・エディタ
- 6 6 スクリプト解析部

【書類名】 図面

【図 1】



【図2】



【図 3】

	停止中	トレイ オープン中	TOC 読み込み中	タイムコード 表示中	1曲目へ 移動中	2曲目へ 移動中	再生中
	1	2	3	4	5	6	7
トレイキー入力	Tモータ: 正回転ON	Tモータ: 逆回転ON =>-	×	×	×	×	×
S1:OFF→ON	Tモータ:OFF =>トレイ オープン中	/	×	×	×	×	×
S2:OFF→ON	/	Tモータ:OFF Fモータ:ON TOC読み込み =>TOC読み込み中	/	/	/	/	/
TOC入力	OK	/	Fモータ:OFF タイムコード表示 =>タイムコード 表示中	/	/	/	/
	NG	/	Fモータ:OFF =>停止中	/	/	/	/
サーチキー入力	/	/	/	Fモータ:ON 1曲目サーチ処理 =>1曲目へ 移動中	2曲目 サーチ処理 =>2曲目へ 移動中	×	×
プレイキー入力	/	×	×	×	×	再生処理 =>再生中	/
ストップキー入力	/	/	/	×	×	×	Fモータ:OFF 停止処理 =>停止中

【図 4】

```
rcv_msg(ReceiveEvent, KEY_MSG);  
if(ReceiveEvent == PLAY_KEY)  
{  
    再生処理  
}  
else if(ReceiveEvent == STOP_KEY)  
{  
    停止処理  
}
```

【図 5】

```
if(FakeEvent == EVENT_KEY_PLAY)  
{  
    SendEvent = PLAY_KEY;  
    snd_msg(KEY_MSG, SendEvent);  
}  
else if(FakeEvent == EVENT_KEY_STOP)  
{  
    SendEvent = STOP_KEY;  
    snd_msg(KEY_MSG, SendEvent);  
}
```


【図 6】

		停止中	トレイ オープン中	TOC 読み込み中	タイムコード 表示中	1曲目へ 移動中	2曲目へ 移動中	再生中
		1	2	3	4	5	6	7
S1: OFF→ON	1 トレイキー 入力	Tモータ: 正回転ON	Tモータ: 逆回転ON ⇒	×	×	×	×	×
	2	Tモータ:OFF ⇒トレイ オープン中	/	×	×	×	×	×
S2: OFF→ON	3	/	Tモータ:OFF Fモータ:ON TOC読み込み ⇒TOC読み込み中	/	/	/	/	/
	4 OK	/	/	Fモータ:OFF タイムコード表示 ⇒タイムコード 表示中	/	/	/	/
TOC 入力	5 NG	/	/	Fモータ:OFF ⇒停止中	/	/	/	/
	6 サーチキー 入力	/	/	Fモータ:ON 1曲目サーチ処理 ⇒1曲目へ 移動中	2曲目 サーチ処理 ⇒2曲目へ 移動中	×	×	×
プレイキー 入力	7	/	×	×	×	×	再生処理 ⇒再生中	/
	8 ストップキー 入力	/	/	/	×	×	Fモータ:OFF 停止処理 ⇒停止中	×

エミュレーション

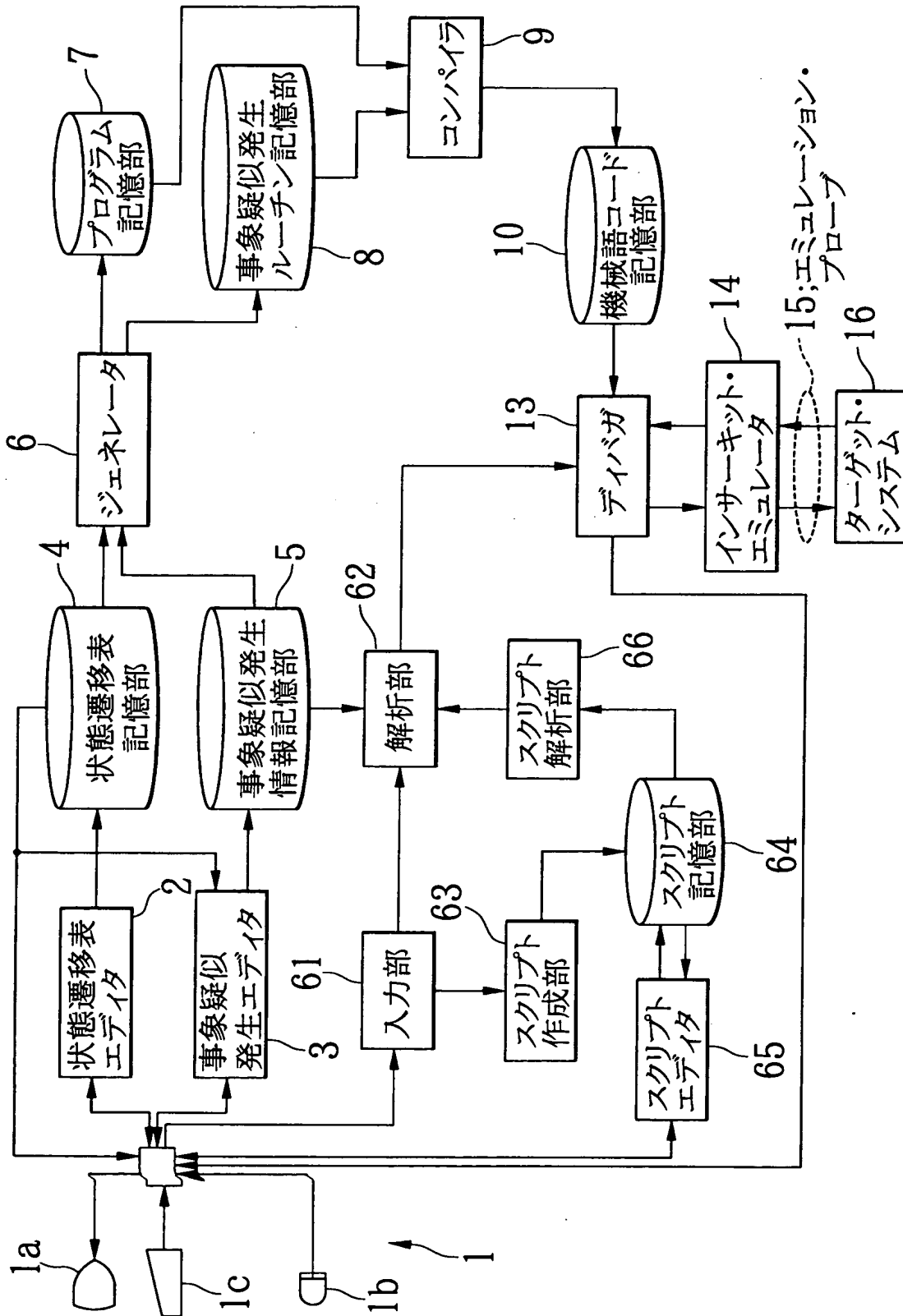
開始

終了

現在の状態

2曲目へ移動中

【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ターゲットシステムのハードウェアを用いずに、簡単かつ短時間に目的プログラムの任意の処理を任意の順序で検査する。

【解決手段】 開示されるプログラム開発装置は、状態遷移表と事象疑似発生情報とに基づいて、プログラムと事象疑似発生ルーチンとを生成するジェネレータ 6 及びコンパイラ 9 と、プログラムのエミュレーション及び事象疑似発生ルーチンを実行するエバ・チップと、初期状態として入力された状態からプログラムのエミュレーションを開始させると共に、事象疑似発生情報を参照して、事象疑似発生ルーチンの実行時に使用される R A M に記憶されている、事象を疑似的に発生させるための情報を、発生を指示された事象に対応した情報に書き換える解析部 1 2 とを備えてなる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名 日本電気株式会社